



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

TVORBA ÚČELOVÉ MAPY PARKU

CREATION OF THEMATIC MAP OF PARK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Lukáš Karafiát

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. PETR KALVODA, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie, kartografie a geoinformatika
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Lukáš Karafiát
Název	Tvorba účelové mapy parku
Vedoucí práce	Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2017
Datum odevzdání	25. 5. 2018

V Brně dne 30. 11. 2017

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

ČSN 01 3411. Mapy velkých měřítek: Kreslení a značky. Praha: Vydavatelství norem, 1990. 108 s.

ČSN 01 3410. Mapy velkých měřítek: Základní a účelové mapy. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014. 14 s.

URBAN, J. Digitální model terénu. 1.vyd. Praha: ČVUT, 1991. 60 s. ISBN 80-010-0553-4.

HUML, M; MICHAL, J. Mapování 10. dotisk 2. přeprac. vyd. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 320 s. ISBN 978-80-01-03166-7.

Manuály a uživatelské příručky sw Atlas DMT dostupné z WWW: <http://www.atlasltd.cz/manualy.html>.

Technologický postup pro technickou nivelaci, Český úřad geodetický a kartografický, Praha 1984.

VÚGTK. Odborný slovník. Vugtk.cz [online]. © 2005-2012 [cit. 2012-1-16]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník/>

Cítační manažer Citace PRO dostupný z: <https://citace.lib.vutbr.cz/>

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Zaměřte tachymetricky danou část Městského parku Zahájené v Bystřici pod Hostýnem ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410. Předmětem mapování jsou standardní prvky polohopisu, výškopisu a nadzemní znaky inženýrských sítí. Na základě získaných dat vypracujte účelovou mapu ve vhodném měřítku, souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Prvky obsahu mapy vyjádřete v souladu s ČSN 01 3411. Proveďte testování přesnosti dle ČSN 01 3410.

Mapu odevzdejte jak v tištěné podobě, tak elektronicky ve formátu *.dgn a *.pdf.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

Vedoucí bakalářské práce

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá tvorbou účelové mapy parku Zahájené v Bystřici pod Hostýnem. V první části práce jsou popsány termíny a použité metody vyskytující se v této práci obecně. Druhá část je věnována postupu při měření a následnému vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:500.

KLÍČOVÁ SLOVA

účelová mapa, polohopis, výškopis, polární metoda, park Zahájené

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with creating a thematic map of park Zahájené located in Bystřice pod Hostýnem. In the first part there are described terms and used methods occurring in this bachelor thesis in general. Second part is dedicated to measurement procedure and following creation of the thematic map in scale 1:500.

KEYWORDS

thematic map, planimetry, hypsography, polar method, park Zahájené

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Lukáš Karafiát *Tvorba účelové mapy parku*. Brno, 2018. 35 s., 8 s. příl. Bakalářská práce.
Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Petr Kalvoda, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17. 5. 2018

Lukáš Karafiát

autor práce

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Kalvodovi, Ph.D. za užitečné rady a připomínky. Dále bych chtěl poděkovat firmě GEOKAR s.r.o. za zapůjčení vybavení a Kateřině Váňové za spolupráci při měření. Nakonec bych chtěl poděkovat také své rodině za podporu po celou dobu studia.

Obsah

1 Úvod	10
2 Popis lokality.....	11
2.1 Bystřice pod Hostýnem	11
2.2 Městský park Zahájené.....	11
3 Mapa.....	12
3.1 Definice	12
3.2 Obsah.....	12
3.3 Druhy a rozdělení map	12
3.4 Metody znázornění výškopisu.....	13
3.4.1 Kótování	13
3.4.2 Technické šrafy a terénní stupně	13
3.4.3 Vrstevnice.....	13
4 Technologie a metody budování PMS	15
4.1 Technologie GNSS.....	15
4.2 Geodetické metody.....	16
4.2.1 Polygonový pořad	16
4.2.2 Matematické a fyzikální korekce	18
4.2.3 Parametry měřické sítě	18
5 Přípravné práce.....	19
5.1 Rekognoskace.....	19
5.2 Volba přístrojového vybavení	19
5.2.1 GNSS aparatura.....	19
5.2.2 Trimble M3 2"	21
5.2.3 Topcon GTS-703.....	22
6 Měřické práce	23
6.1 Vytvoření pomocné měřické sítě.....	23

6.1.1 Technologie GNSS.....	24
6.1.2 Polygonový pořad	24
6.1.3 Rajon	24
6.1.4 Trigonometrická nivelace.....	24
6.2 Podrobné měření	25
7 Zpracování naměřených dat	26
7.1 Použitý software.....	26
7.1.1 Groma.....	26
7.1.2 MicroStation.....	27
7.1.3 Atlas DMT.....	27
7.2 Výpočty	28
7.3 Grafické zpracování	28
8 Testování přesnosti.....	28
8.1 Testování přesnosti určení souřadnic	29
8.2 Testování přesnosti výšek	30
9 Závěr.....	31
10 Seznam použitých zdrojů	32
11 Seznam použitých zkratk.....	33
12 Seznam použitých obrázků a tabulek	34
13 Seznam příloh.....	35

1 ÚVOD

Tématem této bakalářské práce je vyhotovení účelové mapy části lesoparku Zahájené v Bystřici pod Hostýnem. Součástí této práce je výškopisné a polohopisné zaměření dané lokality a následná tvorba účelové mapy v měřítku 1:500. Prvky obsahu mapy jsou vyjádřeny v souladu s *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky*. Mapa je v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv a odpovídá přesnosti 3. třídy přesnosti. Měření bylo polohově připojeno na nově zřízené body určené technologií GNSS a výškově připojeno na bod české státní nivelační sítě III. řádu. K měření byla použita GNSS aparatura Leica CS10 a totální stanice Trimble M3 a Topcon GTS-703.

Bakalářská práce obsahuje dvě části, teoretickou a praktickou. Teoretická část se věnuje problematice účelového mapování, použité metody měření, znázorňování výškopisu a vysvětlením stěžejních termínů. V praktické části je blíže popsán postup použitý při měření a následné zpracování naměřených dat.

2 POPIS LOKALITY

2.1 Bystřice pod Hostýnem

Bystřice pod Hostýnem je malé město ve Zlínském kraji v podhůří Hostýnských vrchů o populaci asi 8 tisíc obyvatel včetně přilehlých městských částí. Bystřice nese svůj název podle potoku s názvem Bystřička, který městem protéká a také po kopci nesoucí název Hostýn, který je jedním z nejnavštěvovanějších poutních míst na Moravě. Nejvýznamnější památkou ve městě je zámek z první poloviny 15. století. V zámku se pořádají výtvarné výstavy a kulturní akce. Zámecký park patří armádě ČR a bohužel je veřejnosti nepřístupný.

2.2 Městský park Zahájené

Městský park Zahájené se nachází asi 500 metrů východně od Masarykova náměstí ve středu města. Celý park má rozlohu asi 9 ha a tvoří největší plochu zeleně ve městě. Nachází se zde 2 hospody, malý rybník, koupaliště, 3 hřiště pro děti a minigolfové hřiště. Parkem protéká již výše zmíněný potok Bystřička a vede tudy cyklostezka. V této bakalářské práci byla zaměřena asi 1/3 parku o rozloze 3 hektarů. Měřená lokalita je ohraničená potokem Bystřička a ulicemi Sportovní a Havlíčkova.



Obr. 1 Umístění parku Zahájené [1]

3 MAPA

3.1 Definice

Existuje mnoho definic mapy, z nichž byla vybrána tato:

„Mapa je zmenšený, generalizovaný, konvenční obraz Země, kosmu, kosmických těles a jejich částí převedený do roviny pomocí matematicky definovaných vztahů (kartografickým zobrazením), ukazující v závislosti na daném účelu polohu, stav a vztahy přírodních, sociálně-ekonomických a technických objektů a jevů, které jsou vyjádřeny vizuálně znakovým systémem.“ [2]

3.2 Obsah

Mapa obsahuje polohopis, popis a popř. i výškopis. Předměty měření se zobrazí do mapy jako pravoúhlé průměty do roviny kartografického zobrazení. Předmětem měření polohopisu jsou například budovy, komunikace, vodní toky, chodníky, nadzemní prvky inženýrských sítí, stromy a podobně. Předmětem měření výškopisu jsou hrany a paty svahů, vrcholy kup a sedel a další výrazné změny reliéfu terénu.

3.3 Druhy a rozdělení map

Mapy lze rozdělit podle některých z následujících kritérií:

a) podle způsobu vyhotovení:

- se mapy dělí na původní, odvozené a částečně odvozené

b) podle měřítka

- se dělí na mapy středních měřítek (do 1:5 000 včetně), mapy středních měřítek (od 1:10 000 do 1:200 000) a mapy velkých měřítek (1:200 000 a menší)

c) podle kartografických vlastností

- se dělí na mapy konformní (nezkreslují se úhly), mapy ekvidistantní (nezkreslují se délky v určitém azimutu), mapy ekvivalentní (nezkreslují se plochy) a mapy vyrovnávací (zkreslují se úhly, délky i plochy, ale hodnoty jsou sníženy)

d) podle obsahu

- se dělí na mapy polohopisné (pouze polohopis), výškopisné (polohopis + výškopis) a mapy obsahující pouze výškopis

e) podle výsledné formy

- se dělí na mapy grafické (analogové), mapy číselné (grafická forma + seznam souřadnic) a mapy digitální [11]

3.4 Metody znázornění výškopisu

Obecně je to kótování, technické šrafy a terénní stupně, vrstevnice, stínování, tónování, barevné stupnice nebo různé kombinace zmíněných způsobů. Některé z těchto způsobů se již nepoužívají, ovšem jejich znalost je nezbytná pro správné pochopení historických map. V této bakalářské práci budou popsány pouze ty metody, které se nejčastěji používají v současnosti. Mezi ně patří zejména kótování, vrstevnice a technické šrafy.

3.4.1 Kótování

a) absolutní kóty – výšky bodů terénní kostry, to jsou vrcholy kup a sedel, hrany a paty svahů a další významné výškové body (například body na údolnici nebo hřbetnici)

b) relativní kóty – výšky terénních stupňů, příkopů a dalších objektů, kde by použití absolutních kót nebylo účelné

3.4.2 Technické šrafy a terénní stupně

a) technické šrafy

- značka 9.08, hnědě

- použijí se tam, kde nelze správně vyjádřit terénní reliéf vrstevnicemi

b) terénní stupně

- značka 9.09, hnědě – přirozené struktury, černě – uměle vytvořené struktury

3.4.3 Vrstevnice

„Je čára na mapě, zobrazující množinu bodů o stejné, účelně zaokrouhlené výšce“ [2]

a) základní vrstevnice

- mapová značka 9.01, plná souvislá čára, tloušťka 0,18 mm, hnědě

- interval 1 m – 0,20 m

b) zdůrazněné vrstevnice

- mapová značka 9.03, plná souvislá čára, tloušťka 0,35 mm, hnědě

- interval – pětinásobek základního intervalu

c) doplňkové vrstevnice

- doplňují vrstevnice v místech, kde vrstevnice nedokážou terén ideálně popsat

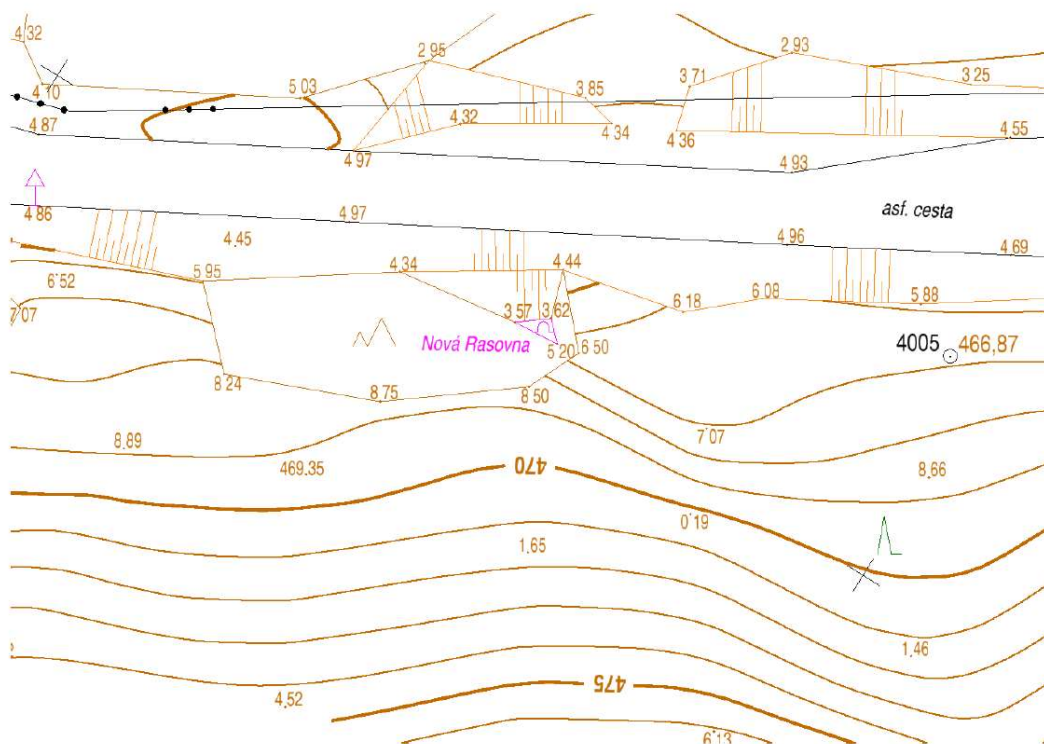
- poloviční interval – mapová značka 0,062 (5 mm čárka, 1 mm mezer), 0,18 mm, hnědě
- čtvrtinový interval – mapová značka 0,052 (3 mm čárka, 1 mm mezer), 0,18 mm, hnědě

d) pomocné vrstevnice

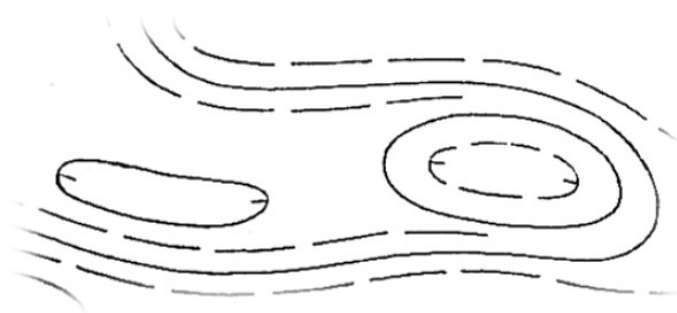
- jsou to nekótované horizontály, kreslené krátce čárkovaně (2 mm čárka, 1 mm mezer)
- má hrubě informativní význam

e) spádovky

- mapová značka 9.07, 1 mm dlouhé čárky
- kreslí se ve směru spádu v místě největšího zakřivení [11]



Obr. 2 Vrstevnice, šrafy a kóty [3]



Obr. 3 Spádovky [3]

4 TECHNOLOGIE A METODY BUDOVÁNÍ PMS

4.1 Technologie GNSS

Globální navigační satelitní systémy v dnešní době výrazně usnadňují měření, zejména budování měřických sítí. Cílem je určení souřadnic bodu na principu prostorového protínání z délek. Družice vysílají navigační zprávu, ve které je uvedena jejich poloha, dráha (efemeridy), označení družice, čas vyslání signálu a další informace. K určení vzdáleností se využívá kódové nebo fázové měření. Při fázovém měření přístroj změří tzv. fázové doměrky a je potřeba určit počet celých vlnových délek, tzv. ambiguit. K výpočtu souřadnic je potřeba minimálně 4 družic, protože jsou určovány 4 neznámé: 3 souřadnice a opravu času přijímače. Družice jsou vybavené atomovými hodinami, a tudíž je možno určit čas velmi přesně, nicméně v přijímači není možné určit čas dostatečně přesně, a proto je potřeba určit čtvrtou neznámou – opravu času přijímače.

Globálních navigačních satelitních systémů existuje celá řada, z nichž nejznámější jsou GPS Navstar (americký), GLONASS (ruský), BEIDOU (čínský) a GALILEO (evropský). Tyto systémy se dále dělí na 3 segmenty – kosmický, řídicí a uživatelský. Kosmický segment tvoří družice vybavené atomovými hodinami. Každý z uvedených globálních navigačních systémů má odlišné parametry, jako je výška letu družic, počet družic nebo sklon od rovníku. Řídicí segment se skládá z pozemních stanic rozmístěných rovnoměrně po zemské kouli co nejbližší rovníku.

K dosažení potřebné přesnosti v geodézii se využívá tzv. diferenciálního měření. To spočívá v měření dvěma GNSS aparaturami na dvou místech ve stejném čase. Jedna z těchto aparatur se umístí na známý bod. Předpokládají se obdobné změny šíření signálu v atmosféře. Čím blíže k sobě jsou GNSS aparatury umístěny, tím přesnější výsledek lze získat. K tomuto účelu byly vybudovány sítě permanentních stanic, z nichž nejznámější je CZEPOS, kterou provozuje a spravuje zeměměřický úřad.

V současnosti nejvyžívanější metoda je RTK (real time kinematic), v překladu kinematická metoda v reálném čase. Mezi další metody patří statická metoda, rychlá statická metoda, stop and go a kinematická metoda. Nejpresnější z uvedených metod je statická metoda. Při měření RTK získáme souřadnice v systému ETRS-89, které přístroj automaticky převádí na souřadnice S-JTSK pomocí globálního transformačního klíče. Pokud by byla požadována vyšší přesnost (zejména u statické metody), lze si z okolních bodů bodového pole (které mají určené souřadnice v obou souřadnicových systémech) vypočítat lokální transformační klíč.

[15]

4.2 Geodetické metody

K určení souřadnic pomocné měřické sítě se kromě technologie GNSS používá zejména polygonový pořad, rajon a plošné sítě. Dále je možno využít např. staničení na měřických přímkách, protínání ze směrů, protínání z délek nebo volné polární stanovisko. V této kapitole bude blíže popsán polygonový pořad, zavedené matematické a fyzikální korekce a parametry, který musí být dodrženy v měřické síti.

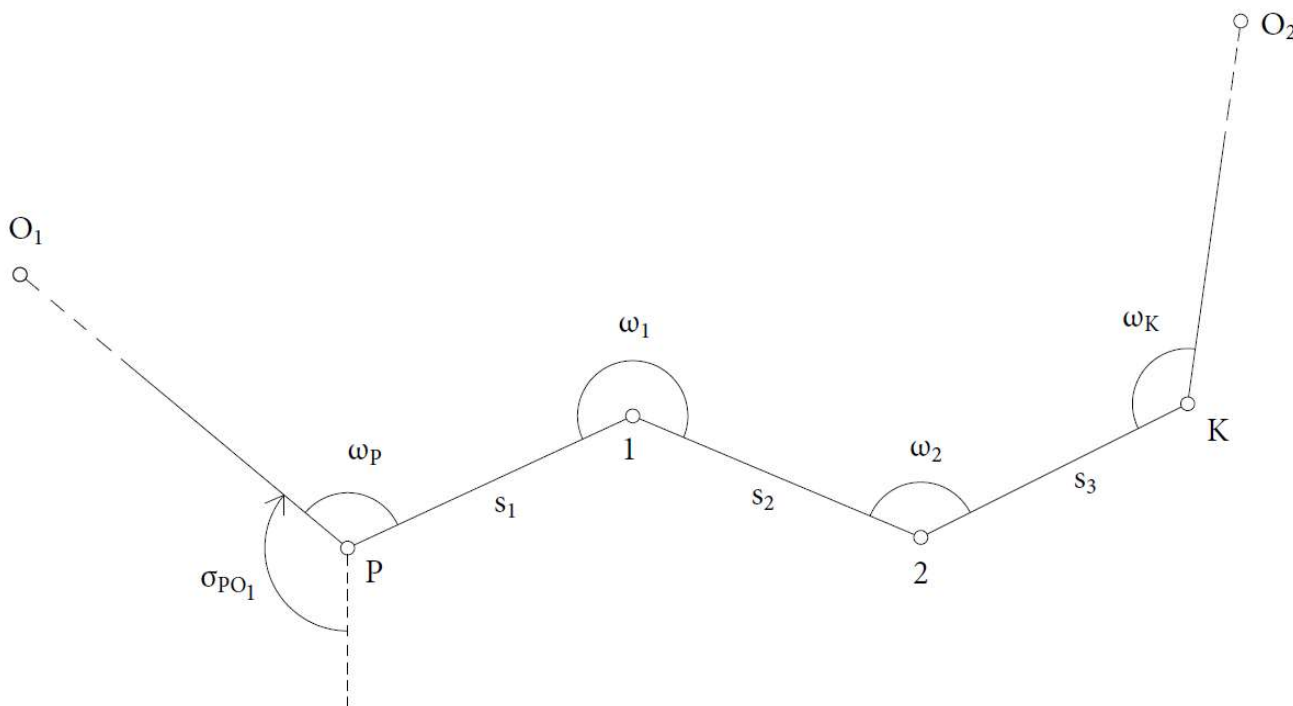
4.2.1 Polygonový pořad

Polygonový pořad je jednou z metod, která umožňuje určení souřadnic více bodů zároveň. Polygonové pořady se dělí podle délek stran na polygonové pořady s krátkými a dlouhými stranami nebo podle připojení na oboustranně připojené a orientované, jednostranně připojené a orientované, vetknuté nebo uzavřené. Nejvhodnější je polygonový pořad oboustranně připojený a orientovaný, jelikož je u něj největší množství nadbytečných veličin. Zde je uveden postup výpočtu tohoto polygonového pořadu.

Výpočet:

Dáno: $P(X,Y)$, $K(X,Y)$, $O_1(X,Y)$, $O_2(X,Y)$

Určit: $1(X,Y)$, $2(X,Y)$



Obr. 4 Schéma polygonového pořadu

Postup:

1) Úhlové vyrovnání

a) Výpočet směrniců (neopravených)

$$\sigma'_{P,1} = \sigma_{P,O1} + \omega_P$$

$$\sigma'_{1,2} = \sigma'_{P,1} + \omega_1 - 2R$$

$$\sigma'_{2,k} = \sigma'_{1,2} + \omega_2 - 2R$$

$$\sigma'_{K,O2} = \sigma'_{2,k} + \omega_K - 2R$$

$$\sigma'_{K,O2} = \sigma_{K,O2} + \sum \omega - (n - 1) \cdot 2R \quad (1)$$

b) Úhlový uzávěr

$$O_\omega = \sigma_{K,O2} - \sigma'_{K,O2} \quad (= \text{úhlový uzávěr}) \quad (2)$$

c) Oprava

$$\delta_\omega = O_\omega / n \quad (3)$$

d) Výpočet opravených směrniců:

$$\sigma_{P,1} = \sigma_{P,O1} + \omega_P + \delta_\omega$$

$$\sigma_{1,2} = \sigma'_{P,1} + \omega_1 + \delta_\omega - 2R$$

$$\sigma_{2,3} = \sigma'_{1,2} + \omega_2 + \delta_\omega - 2R$$

$$\sigma_{K,O2} = \sigma'_{2,k} + \omega_K + \delta_\omega - 2R \quad (4)$$

2) Souřadnicové vyrovnání

a) Výpočet prozatímních souřadnicových rozdílů

$$\Delta Y'_{P,1} = s_1 \cdot \sin \sigma_{P,1}$$

$$\Delta X'_{P,1} = s_1 \cdot \cos \sigma_{P,1}$$

$$\Delta Y'_{1,2} = s_2 \cdot \sin \sigma_{1,2}$$

$$\Delta X'_{1,2} = s_2 \cdot \cos \sigma_{1,2}$$

$$\Delta Y'_{2,K} = s_3 \cdot \sin \sigma_{2,K}$$

$$\Delta X'_{2,K} = s_3 \cdot \cos \sigma_{2,K} \quad (5)$$

b) Souřadnicové odchylky

$$O_Y = \Delta Y_{P,K} + \sum \Delta Y'$$

$$O_X = \Delta X_{P,K} + \sum \Delta X' \quad (6)$$

c) Souřadnicové opravy

$$\delta_{Yi} = \frac{O_Y}{|\sum \Delta Y'|} \cdot |\Delta Y'_i|$$

$$\delta_{Xi} = \frac{O_X}{|\sum \Delta X'|} \cdot |\Delta X'_i| \quad (7)$$

d) Vyrovnané souřadnicové rozdíly

$$\Delta Y_i = \Delta Y'_i + \delta_{Yi}$$

$$\Delta X_i = \Delta X'_i + \delta_{Xi} \quad (8)$$

4.2.2 Matematické a fyzikální korekce

Při výpočtu je potřeba zohlednit fyzikální a matematické korekce (tj. oprava měřené délky), pokud jejich součet přesáhne 2 cm. Fyzikální korekce jsou způsobeny průchodem paprsku atmosférou a totální stanice je vypočítá na základě teploty a tlaku, které musí být do totální stanice zadány. Mezi matematické korekce patří korekce na nulový horizont a korekce do kartografického zobrazení. Tyto korekce mohou být zavedeny buď při měření v totální stanici, při stahování dat nebo při samotných výpočtech. V této bakalářské práci byly měřené délky opraveny o matematické korekce při výpočtech. Opravný koeficient byl vypočten pomocí softwaru Groma zadáním průměrných souřadnic a výšky lokality.

4.2.3 Parametry měřické sítě

- maximální délka rajonu: 1000 m a ne víc než nejvzdálenější orientace
- maximální délka polygonového pořadu: 2000 m
- volný polygonový pořad (až 3 navazující rajony): maximální délka 250 m
- mezní polohová odchylka polygonového pořadu: $\Delta p = 0,012 \cdot \Delta p = 0,012\sqrt{d} + 0,10 [m]$
- mezní úhlová odchylka polygonového pořadu: $\Delta \omega = 0,02\sqrt{n+2} [gon]$
- mezní odchylka v orientaci: 0,08 gon
- mezní polohová odchylka na pomocném bodě: 0,15 m [4]

5 PŘÍPRAVNÉ PRÁCE

V této kapitole budou blíže popsány práce, které je nutné vykonat před zahájením měření. Jedná se o seznámení se s terénem (rekognoskace), volba přístrojového vybavení a výběr měřických metod, které budou využity k měření.

5.1 Rekognoskace

„Zjišťování stavu skutečností na místě, kde se mají konat geodetické práce v terénu“ [2]

Před samotným měřením je potřeba si projít zadané území a rozhodnout se jakým způsobem se bude pokračovat. V okolí zadané lokality bylo nalezeno několik bodů podrobného polohového pole. Bohužel žádný z těchto bodů nebyl vyhovující a připojení polygonového pořadu na tyto body by vyžadovalo prodloužení pořadu minimálně o jednu stranu. Z tohoto důvodu bylo rozhodnuto připojit polygonový pořad pouze na body určené technologií GNSS. K měření byla využita metoda RTK s využitím služby VRS3-MAX-GG. Při využití této služby je vygenerována virtuální referenční stanice. U této služby jsou korekce vypočítány z okolních 6-ti referenčních stanic. Absolutní umístění měřické sítě bylo ověřeno na bodě PPBP č. 648. Výškově bylo měření připojeno na bod ČSNS III. řádu s označením Lf2-104.1 a vypočtené nadmořské výšky byly porovnány s nadmořskými výškami bodů určených technologií GNSS.

V rámci rekognoskace byly vytvořeny předběžné náčrty obvodu zájmové lokality pro rychlejší tvorbu náčrtu během měření. Předem bylo ujasněno, jakým způsobem budou měřeny některé objekty, například splavy. V tomto případě bylo rozhodnuto měřit vždy jeden bod nad splavem a jedním bod pod splavem na obou stranách břehu.

5.2 Volba přístrojového vybavení

Přístrojové vybavení bylo vybráno tak, aby umožňovalo zaměření zájmové lokality ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410. Z důvodu poměrně velké dojezdové vzdálenosti od školy bylo usilováno o využití vybavení, které bylo zapůjčeno od firmy GEOKAR s.r.o. Mimo to byla na týden vypůjčena totální stanice Trimble M3 2" z FAST VUT v Brně.

5.2.1 GNSS aparatura

K určení souřadnic bodů nově vybudované měřické sítě byla použita GNSS aparatura Leica CS10. Všechny body byli zaměřeny dvakrát s časovým rozestupem přibližně dvou dnů. K výpočtu souřadnic v S-JTSK tato GNSS aparatura využila schválený transformační program Leica SmartWorx Viva verze 5.70.

5.2.1.1 Řídící jednotka

Název: Leica CS10

Displej: VGA (480 x 640 pixelů), grafické LCD, podsvíceno, dotykový barevný displej

Klávesnice: 26 kláves, podsvícené

Propojení s anténou: Pomocí Bluetooth 2.0

Zvuk: Integrovaný vodotěsný mikrofon a reproduktor

Fotoaparát: Rozlišení: 1600 x 1200 pixelů, formát souboru: JPEG

Operační systém: Microsoft Windows CE 6.0

Aplikace od výrobce: Leica SmartWorx Viva LT

[14]



Obr. 5 Řídící jednotka GNSS

5.2.1.2 Anténa

Název: Leica GS08

Satelitní příjem: Dvojfrekvenční (L1 a L2)

Podporované satelity: GPS i GLONASS

Provozní teplota: -30 °C až +60 °C

Ochrana: IP67 – prachotěsný, ochrana před proudem vody a dočasným ponořením

[14]



Obr. 6 Anténa GNSS

5.2.2 Trimble M3 2"

Technické údaje: [14]

Měření délek:

a) dosah

- na hranol: 1,5 m až 3000 m
- bezhranolové měření: maximálně 200-500 m v závislosti na podmínkách

b) přesnost (d označuje měřenou vzdálenost)

- na hranol: $\pm [2+2 \text{ ppm} \times D] \text{ mm}$
- bezhranolové měření: $\pm [3+2 \text{ ppm} \times D] \text{ mm}$

Měření úhlů:

a) přesnost dle DIN 18723

- 2" (přibližně 0,5 mgon)

b) průměr kruhu

- 62 mm

c) minimální přírůstek

- 1 mgon / 5"

Další údaje:

a) kompenzátor

- dvouosý

b) zvětšení dalekohledu

- 30x



Obr. 7 Trimble M3 [5]

5.2.3 Topcon GTS-703

a) Přesnost měření délek (d označuje měřenou vzdálenost)

$$\pm[2+2 \text{ ppm} \times D] \text{ mm}$$

b) úhlová přesnost

$$- 5'' / 1,5 \text{ mgon}$$



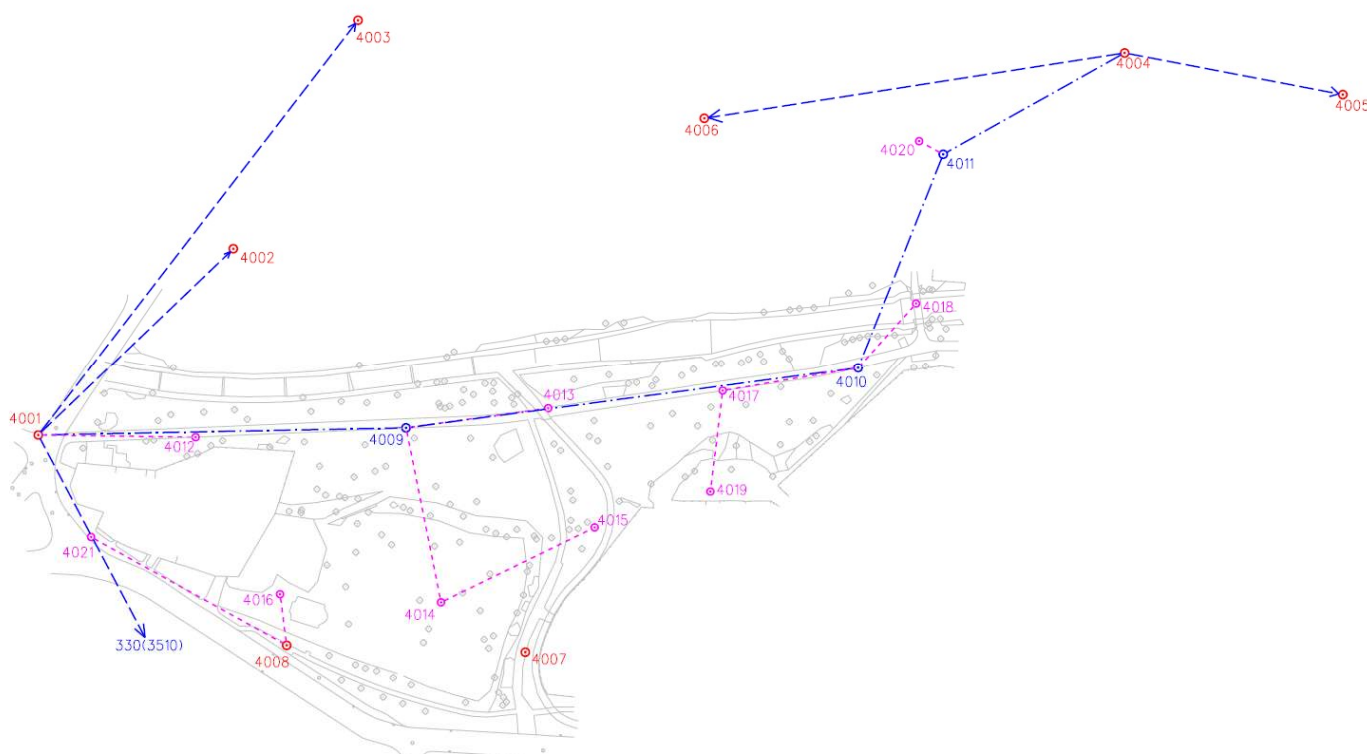
Obr. 8 Topcon GTS-703

6 MĚŘICKÉ PRÁCE

6.1 Vytvoření pomocné měřické sítě

K určení souřadnic pomocné měřické sítě v dané lokalitě byla použita metoda RTK technologie GNSS, oboustranně připojený a orientovaný polygonový pořad a několik rajonů. Samotné podrobné měření se skládalo převážně z polární metody doplněné dalšími doplňkovými měřickými metodami, jako je ortogonální metoda, průsečík přímek, konstrukční oměrné míry, polární kolmice a podobně. Ve vytvořeném schématu měřické sítě jsou označeny body určené pomocí GNSS červeně, polygonový pořad modře a rajony fialově.

Celkem bylo zřízeno 21 bodů pomocné měřické sítě, z toho 8 bylo určeno pomocí GNSS, 3 body pomocí polygonového pořadu a 10 bodů pomocí rajonu. K trvale stabilizovaným bodům byly vyhotoveny geodetické údaje obsahující souřadnice a výšku bodu, místopisné náčrty, informace o stabilizaci, další lokalizační údaje a způsob určení souřadnic.



Obr. 9 Schéma měřické sítě

6.1.1 Technologie GNSS

Pomocí technologie GNSS byly metodou RTK určeny souřadnice 8 bodů pomocné měřické sítě. Prvních 6 bodů (4001–4006) bylo použito k připojení polygonového pořadu a další 2 body (4007, 4008) byly zřízeny na okraji lokality, aby se vyhnulo použití dvou na sebe navazujících rajonů. Prvé zaměření proběhlo 26. 5. 2017. Body byly podruhé určeny o dva dny později. Největší rozdíl dvojího zaměření byl kolem 6 cm, viz. protokol RTK.

6.1.2 Polygonový pořad

K dalšímu zhuštění pomocné měřické sítě byl použit oboustranně orientovaný a připojený polygonový pořad. Tento polygonový pořad byl vypočten pouze polohově, protože výškově bylo měření připojeno na bod České státní nivelační sítě, viz kapitola 6.1.4 *Trigonometrická nivelace*.

Samotné zaměření polygonového pořadu probíhalo současně s podrobným měřením. Tento polygonový pořad je dlouhý 402 m a obsahuje 4 polygonové strany. Byla vypočtena úhlová odchylka 0,05^s a polohová odchylka 0,038m. Obě odchylky splňují kritéria pro polygonový pořad. Body byly stabilizovány natloukacími hřeby na okraji asfaltového chodníku.

6.1.3 Rajon

Z měřické sítě vytvořené pomocí metody GNSS a polygonového pořadu byly během měření zřízeny další pomocné body pomocí rajonu. Tyto body byly stabilizovány dle situace pomocí natloukacích hřebů nebo v nezpevněném terénu pomocí dřevěných hranolů. Po ukončení měřických prací byly tyto hranoly odstraněny.

6.1.4 Trigonometrická nivelace

K výškovému připojení měřické sítě do výškového systému Balt po vyrovnaní bylo využito trigonometrické nivelace. Princip této metody spočívá v určení převýšení pomocí zenitového úhlu a šikmé délky. Výškový výpočet proběhl až po dokončení měřických prací. V měřené lokalitě se nachází bod České státní nivelační sítě (dále jen ČSNS) III. řádu s označením Lf2-104.1. Z bodu 4008, který se nachází v blízkosti bodu Lf2-104.1, bylo zaměřeno na tento bod ČSNS. Pomocí vypočteného převýšení byla vypočtena nadmořská výška bodu 4008 v systému Bpv. Převýšení na další body byly vypočteny vždy minimálně 2krát, a to tam a zpět. Tyto převýšení byly zprůměrovány prostým aritmetickým průměrem a pomocí takto vypočteného převýšení byly dopočteny výšky ostatních bodů pomocné měřické sítě. Správnost

určení výšky byla ověřena na bodech určených pomocí technologie GNSS (4001-4008) porovnáním s výškami určenými touto technologií.

Tab. 1: Porovnání nadmořských výšek

Číslo bodu	Výška určená trigonometricky	Výška určená pomocí technologie GNSS	Rozdíl
4001	322,54 m n.m.	322,56 m n.m.	0,02 m
4002	322,62 m n.m.	322,65 m n.m.	0,03 m
4003	325,01 m n.m.	325,04 m n.m.	0,03 m
4004	329,73 m n.m.	329,74 m n.m.	0,01 m
4005	331,47 m n.m.	331,51 m n.m.	0,04 m
4006	327,59 m n.m.	327,57 m n.m.	0,02 m
4007	326,60 m n.m.	326,59 m n.m.	0,01 m
4008	324,88 m n.m.	324,91 m n.m.	0,03 m

6.2 Podrobné měření

Předmětem podrobného měření v této bakalářské práci byly:

- obvodové zdivo budov a vstupy do objektů
- rozhraní cest a chodníků
- ploty včetně podezdívek, zídky, schodiště a další objekty s betonovými základy
- stromy a keře
- hrany a paty svahů (zpevněné i nezpevněné)
- hranice vodního toku (včetně informace, ke kterému dni byla vodní hladina měřena)
- splavy (včetně relativní výšky splavu)
- veřejné osvětlení, dopravní značky, elektrická přípojková skříně
- nadzemní prvky inženýrských sítí (vpust', šachta, šoupátko, hydrant)
- mosty

Podrobné body byly zaměřeny tachymetricky. Na každém stanovisku byl změřen alespoň 1 bod, který už byl zaměřen z jiného stanoviska. Minimální hustota bodů je dána přímou vzdáleností sousedních bodů. Ta by neměla být větší než 2-3 cm v měřítku mapy, což odpovídá 10-15 m v měřítku 1:500. Splavy byly měřeny čtyřmi body, na každé straně vždy

jeden bod pod splavem a jeden bod nad splavem. Relativní výška splavu byla vypočtena aritmetickým průměrem z těchto dvou dvojic. Keře většího rozsahu byly měřeny obvodem.

7 ZPRACOVÁNÍ NAMĚŘENÝCH DAT

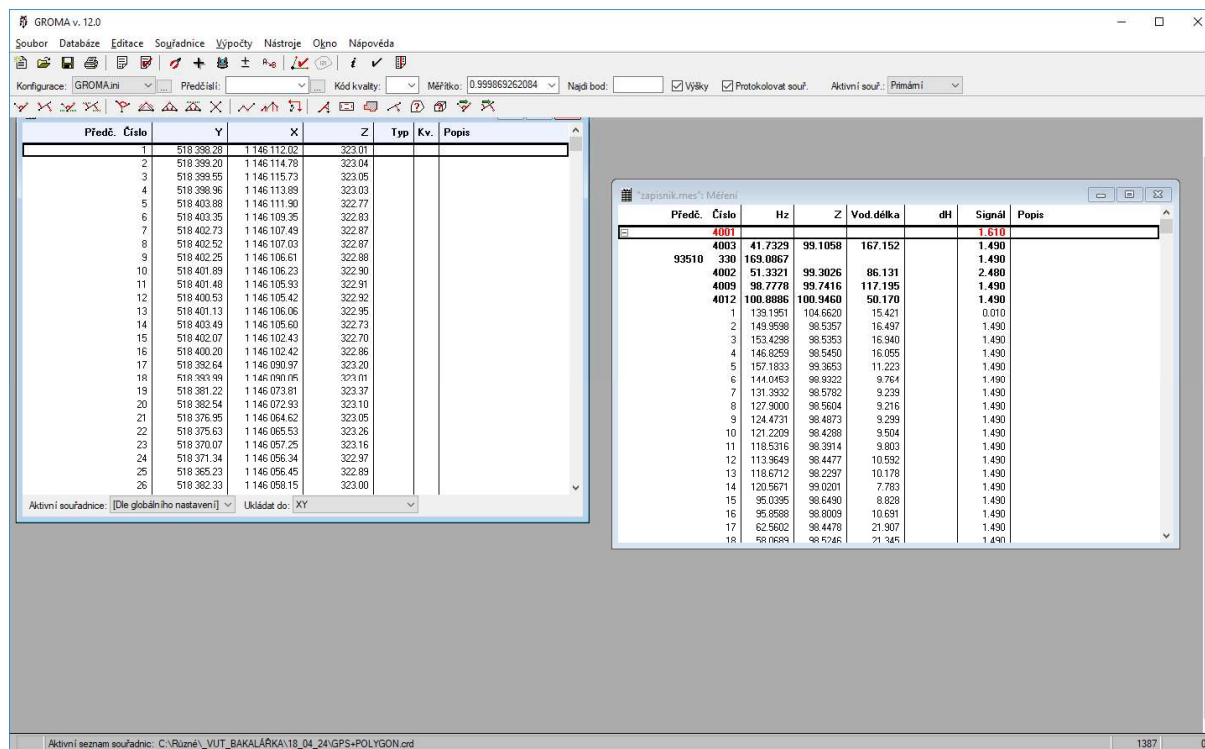
7.1 Použitý software

Ke zpracování naměřených dat a vypracování požadovaných příloh bylo využito softwaru Groma v.12, Microstation V8i, Atlas DMT a k některým výpočtům Microsoft Excel 2016.

7.1.1 Groma

„Program GROMA je určen ke geodetickým výpočtům. Lze v něm řešit všechny základní geodetické úlohy. Navíc obsahuje jednoduchou grafiku a možnost digitalizace rastrových dat. Umí zpracovávat data ve formátech všech běžných záznamníků, dávkově i jednotlivými výpočty.“ [6]

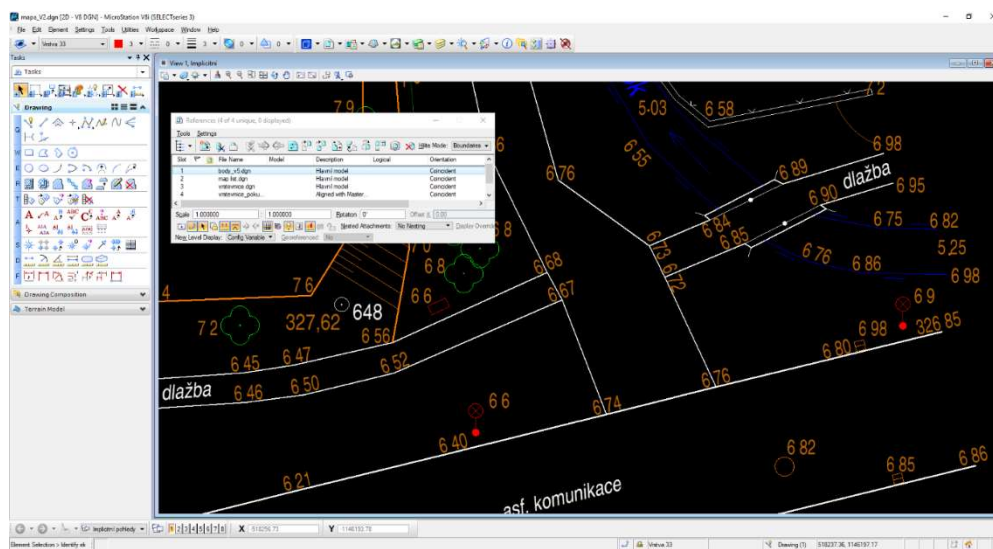
Groma nabízí mimo jiné také grafický modul. Ten je společně s další nastavbou vhodný zejména pro zpracování geometrických plánů a v této práci nebyl využit.



Obr. 10 Ukázka programu Groma v.12

7.1.2 MicroStation

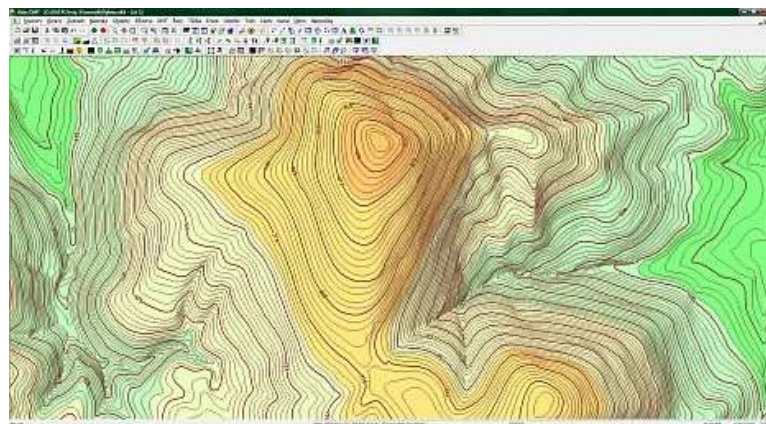
V softwaru MicroStation V8i byly vyhotoveny veškeré grafické přílohy. Tento program nabízí široké spektrum možností zpracování vektorových dat. Od připojení referenčních výkresů přes velké množství kreslicích funkcí až po plno možností nastavení tisku. Tento program umožňuje také rozdělení kresby do vrstev, což velmi usnadňuje práci s vytvořenou kresbou. Body byly nainportovány pomocí nástavby Groma z textového souboru obsahující číslo bodu, souřadnice X, Y a nadmořskou výšku v systému Bpv.



Obr. 11 Ukázka programu Microstation V8i

7.1.3 Atlas DMT

Atlas DMT je software určený ke zpracování výškopisných dat. Umožňuje vytvoření digitálního modelu a následnou tvorbu různých výstupů, jako jsou vrstevnice, pohledové mapy, kontrolní profily a další. V této bakalářské práci byl program Atlas DMT využit pouze k sestavení vrstevnic. Velmi oblíbené jsou barevné hypsometrické modely, které hned na první pohled poskytnou uživateli velmi dobrou představu o průběhu terénu.



Obr. 12 Ukázka programu Atlas DMT

7.2 Výpočty

V softwaru Groma v.12 byly provedeny veškeré souřadnicové výpočty. Všechny výpočty byly protokolovány a doloženy ve výpočetním protokolu. Nejprve bylo nutno vložit souřadnice bodů určených technologií GNSS (bez nadmořských výšek). Následoval výpočet polygonového pořadu a porovnání dosažených odchylek s mezními odchylkami. K polohově vypočtenému polygonovému pořadu byly ručně doplněny výšky určené trigonometrickou nivelací. Dalším krokem byl výpočet souřadnic podrobných bodů polární metodou-dávkou. Při výpočtu byly kontrolovány dosažené odchylky na kontrolně určených bodech. Vypočtené souřadnice byly exportovány do textového souboru a následně nainportovány do programu Microstation V8i.

7.3 Grafické zpracování

Po výpočtu souřadnic z naměřených dat byla na řadě tvorba mapy a dalších grafických příloh. Všechny grafické přílohy byly vyhotoveny v programu Microstation V8i. Nejdříve byla vyhotovena mapa dle zadaných atributů. Většina nadmořských výšek byla redukována za účelem lepší čitelnosti mapy. K tvorbě vrstevnic byl použit program Atlas DMT. Po vytvoření modelu terénu a výpočtu vrstevnic byla tato data exportována do výkresového souboru s příponou dxf. Vrstevnice byly do výkresu vloženy importem tohoto výkresového souboru. Po dokončení mapy bylo potřeba provést topologickou a atributovou kontrolu. K tomuto účelu byla využita nástavba MGEO. Papírové náčrty bohužel utrpěly poškození vlivem náhlého deště a byly ve velmi špatném stavu, proto byly náčrty, po domluvě s vedoucím práce, vyhotoveny graficky. Dále byly v Microstationu vyhotoveny místopisy ke geodetickým údajům, přehledný náčrt pomocné měřické sítě a přehled kladu náčrtů.

8 TESTOVÁNÍ PŘESNOSTI

Dosaženou přesnost mapy lze ověřit dvěma způsoby. Nezávislým kontrolním zaměřením výběru podrobných bodů nebo kontrolním zaměřením délek přímých spojnic podrobných bodů. V této bakalářské práci byla zvolena možnost kontrolního zaměření výběru podrobných bodů. Porovnává se rozdíl souřadnic původního bodu a kontrolně změřeného bodu. Tyto body musí být určeny nezávisle, to ovšem nebrání využití již stabilizovaných bodů. To znamená, že mohou být využity stejné body, ale jejich souřadnice musí být určeny znovu. Tyto body musí splňovat několik podmínek. Musí být rozmístěny rovnoměrně po celém území, musí být jednoznačně identifikovatelné a musí tvořit reprezentativní výběr, tj. minimálně 100 bodů.

[4]

Bylo změřeno 122 kontrolních bodů a jejich souřadnice a výšky porovnány se souřadnicemi z původního měření. Přesnost určení souřadnic se považuje za vyhovující, když všechny polohové odchylky splňují dané kritérium a zároveň se přijme statistická hypotéza, že výběr přísluší 3. třídě přesnosti. Pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410 *Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* je $u_{xy}=0,14$ m a $u_H=0,12$ m

8.1 Testování přesnosti určení souřadnic

K testování přesnosti určení souřadnic se vypočítají souřadnicové rozdíly vybraného vzorku bodů:

$$\Delta X = X_m - X_k \quad \Delta Y = Y_m - Y_k \quad (9)$$

,kde dolní index m označuje souřadnici původně zaměřeného bodu a index k označuje souřadnici kontrolně zaměřeného bodu.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové směrodatné souřadnicové odchylky s_{XY} , která se vypočítá jako kvadratický průměr směrodatných odchylek souřadnic s_X a s_Y . V následujícím vztahu N označuje počet bodů výběru a k je pro opakované určení stejné přesnosti rovno 2.

$$s_X = \sqrt{\frac{1}{N \cdot k} \sum_{i=1}^N \Delta X_i^2} \quad , \quad s_Y = \sqrt{\frac{1}{N \cdot k} \sum_{i=1}^N \Delta Y_i^2} \quad (10)$$

$$s_{XY} = \sqrt{0,5 \cdot (s_X^2 + s_Y^2)} \quad (11)$$

Statistická hypotéza, že výběr přísluší do 3. třídy přesnosti, je přijata právě když výběrová směrodatná odchylka s_{XY} vyhovuje kritériu: $s_{XY} \leq \omega_{2N} \cdot u_{XY}$, kde ω_{2N} pro výběr obsahující 100 až 300 bodů na hladině významnosti $\alpha=5\%$ je rovno hodnotě 1,1.

Dále je nutno porovnat, zda polohové odchylky nepřekračují kritérium pro stanovenou třídu přesnosti. Polohové odchylky se vypočtou ze vztahu: [4]

$$\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (12)$$

$$|\Delta p| \leq 1,7 \cdot u_{XY} \quad (13)$$

8.2 Testování přesnosti výšek

K testování přesnosti určení souřadnic se vypočítají rozdíly nadmořských výšek vybraného vzorku bodů:

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (14)$$

,kde dolní index m označuje souřadnici původně zaměřeného bodu a index k označuje souřadnici kontrolně zaměřeného bodu.

Dosažení stanovené přesnosti se testuje pomocí výběrové směrodatné výškové odchylky s_H . V následujícím vztahu N označuje počet bodů výběru a k je pro opakované určení stejné přesnosti rovno 2.

$$s_H = \sqrt{\frac{1}{N \cdot k} \sum_{i=1}^N \Delta H_i^2} \quad (15)$$

Statistická hypotéza, že výběr přísluší do 3. třídy přesnosti, je přijata právě když výběrová směrodatná odchylka s_H vyhovuje kritériu:

Tab. 2: Kritéria pro testování výšek

Pro zpevněný povrch	Pro nezpevněný povrch	Pro výšky určené z vrstevnic
$s_H \leq \omega_N \cdot u_H$	$s_H \leq 3 \cdot \omega_N \cdot u_H$	$s_H \leq \omega_N \cdot u_V$

,kde ω_N pro výběr obsahující 80 až 500 bodů na hladině významnosti $\alpha=5\%$ je rovno hodnotě 1,1.

Dále je nutno porovnat, zda výškové odchylky nepřekračují kritérium pro stanovenou třídu přesnosti. [4]

$$|\Delta H| \leq 2 \cdot u_H \cdot \sqrt{k} \quad (16)$$

9 ZÁVĚR

Výsledkem bakalářské práce je účelová mapa parku Zahájené v Bystřici pod Hostýnem v měřítku 1:500. Mapa byla vytvořena v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Balt po vyrovnaní a testováním přesnosti byla potvrzena statistická hypotéza, že mapa odpovídá 3. třídě přesnosti dle *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy*.

Vzhledem k absenci vhodných bodů stávajícího bodového pole bylo celé měření připojeno na nově zřízené body pomocí technologie GNSS. Další body pomocné měřické sítě byly určeny pomocí oboustranně připojeného a orientovaného polygonového pořadu a několika rajony. Z takto zřízené pomocné měřické sítě byly zaměřeny podrobné body tachymetricky. K měření byla použita GNSS aparatura Leica CS10 s anténou GS8, totální stanice Trimble M3 2" a totální stanice Topcon GTS-703.

Výpočty souřadnic byly provedeny v programu Groma v.12. Při výpočtech byly délky opraveny o měřítkový koeficient, zahrnující opravu z nadmořské výšky a opravu z kartografického zobrazení. Veškeré práce obsahující grafiku byly vypracovány v programu Microstation V8i. Vrstevnice byly sestrojeny pomocí programu Atlas DMT a následně upraveny opět v programu Microstation V8i. Při testování dle *ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy* byla vypočtena výběrová střední souřadnicová chyba $s_{XY}=0,02$ m a výběrová střední chyba výšky $s_H=0,04$ m.

V některých zdrojích bývá tento park označován jako lesopark, což vzhledem k rozsáhlému křovinatému porostu značně komplikovalo měřické práce. Bylo vyhotoveno několik příloh, z nichž v papírové podobě jsou pouze geodetické údaje a mapa. Další přílohy jsou obsaženy v přiloženém CD.

10 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Mapy.cz. [online]. mapy.cz, s.r.o. Dostupné z: <http://mapy.cz/zakladni?x=17.6705676&y=49.3994969&z=15>
- [2] *Terminologický slovník zeměměřictví a katastru nemovitostí* [online]. Zdiby: Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, 2005 [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <http://www.vugtk.cz/slovník>
- [3] ČESKÝ ÚŘAD ZEMĚMĚŘICKÝ A KATASTRÁLNÍ: Nahlížení do katastru nemovitostí. [online] Dostupné z <http://nahlizeniidokn.cuzk.cz/>
- [4] KALVODA, Petr: Pokyn pro tvorbu účelové mapy. Brno, 2011.
- [5] Trimble M3. In: *Geotronics Praha* [online]. Praha: Geotronics Praha, 2016 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://geotronics.cz/geodezie/totalni-stanice/trimble-m3/>
- [6] SEHNAL, Jan. Groma. *Groma* [online]. Praha: Geoline, spol. s r.o., 2017 [cit. 2018-05-18]. Dostupné z: <https://www.groma.cz/cz/groma>
- [7] ATLAS, s. r. o. In: CAD.cz [online]. Praha: Webservis, 2018 [cit. 2018-05-20]. Dostupné z: <https://www.cad.cz/gis/80-gis/2254-atlas-dmt-projektovani-a-geodeticke-prace>
- [8] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT: ČSN 01 3410 Mapy velkých měřítek. Základní a účelové mapy. Praha, 2014
- [9] ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT: ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek. Kreslení a značky. Praha, 1989
- [10] ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD: síť permanentních stanic CZEPOS [online]. Dostupné z: <http://czeapos.cuzk.cz/>
- [11] KALVODA, Petr: Přednáška 01_GE10_Mapování, VUT FAST Brno, 2016.
- [12] Geotronics Praha, s. r. o, Technické specifikace Trimble M3, Praha, 2014
- [13] CZEPOS Informace o službách. *ZEMĚMĚŘICKÝ ÚŘAD* [online]. [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: http://czeapos.cuzk.cz/_servicesProducts.aspx
- [14] Leica GS08 receiver [online]. Heerbrugg, Switzerland: Leica Geosystems, 2012 [cit. 2018-05-22]. Dostupné z: <http://www.surveyequipment.com/PDFs/leica-viva-gs08-plus-datasheet.pdf>
- [15] ČABELA, Miroslav: Úvod do GPS, Praha, 2008

11 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

BPV	Balt po vyrovnání
S-JTSK	Systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
ČSN	Česká státní norma
GNSS	Globální navigační satelitní systémy
k. ú.	Katastrální území
ppm	Part per milion (jedna miliontina)
DMT	Digitální model terénu
VUT	Vysoké učení technické v Brně
FAST	Fakulta stavební
RTK	real time kinematic
PPBP	Podrobné polohové bodové pole
m n. m.	metrů nad mořem

12 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ A TABULEK

Obr. 1 Umístění parku Zahájené	11
Obr. 2 Vrstevnice, šrafy a kóty	14
Obr. 3 Spádovky.....	14
Obr. 4 Schéma polygonového pořadu	16
Obr. 5 Řídící jednotka GNSS	20
Obr. 7 Trimble M3	22
Obr. 8 Topcon GTS-703.....	22
Obr. 9 Schéma měřické sítě.....	23
Obr. 10 Ukázka programu Groma v.12.....	26
Obr. 11 Ukázka programu Microstation V8i	27
Obr. 12 Ukázka programu Atlas DMT.....	27
Tab. 1: Porovnání nadmořských výšek	25
Tab. 2: Kritéria pro testování výšek	30

13 SEZNAM PŘÍLOH

1_GNSS

- 1.1 RTK protokol.txt (digitálně)
- 1.2 Protokol GNSS.docx (digitálně)
- 1.3 RTK protokol-kontrolní měření.txt (digitálně)
- 1.4 Protokol GNSS-kontrolní měření.docx (digitálně)

2_Zápisník měření

- 2.1 Zápisník měření.zap (digitálně)
- 2.1 Zápisník měření – kontrolní měření.zap (digitálně)

3_Protokol o výpočtu

- 3.1 Výpočetní protokol.pro (digitálně)

4_Seznamy souřadnic

- 4.1 Seznam souřadnic bodů PMS.txt (digitálně)
- 4.2 Seznam souřadnic podrobných bodů.txt (digitálně)

5_Náčrty

- 5.1 Měřický náčrt č.1.pdf (digitálně)
- 5.1 Měřický náčrt č.2.pdf (digitálně)
- 5.1 Měřický náčrt č.3.pdf (digitálně)
- 5.1 Měřický náčrt č.4.pdf (digitálně)
- 5.1 Měřický náčrt č.5.pdf (digitálně)
- 5.1 Měřický náčrt č.6.pdf (digitálně)

6_Přehledné náčrty

- 6.1 Přehledka PMS.pdf (digitálně i papírově)
- 6.2 Přehledka kladu náčrtů.pdf (digitálně)

7_Geodetické údaje

- 7.1 GU_4001_4002_4003.pdf (digitálně i papírově)
- 7.2 GU_4004_4005_4006.pdf (digitálně i papírově)
- 7.3 GU_4007_4008_4009.pdf (digitálně i papírově)
- 7.4 GU_4010_4011_4012.pdf (digitálně i papírově)
- 7.5 GU_4013_4017_4018.pdf (digitálně i papírově)
- 7.6 GU_4021.pdf (digitálně i papírově)

8_Testování přesnosti

- 8.1 Testování přesnosti souřadnic.pdf (digitálně)
- 8.2 Testování přesnosti souřadnic.xlsx (digitálně)
- 8.3 Testování přesnosti výšek.pdf (digitálně)
- 8.4 Testování přesnosti výšek.xlsx (digitálně)

9_Účelová mapa

- 9.1 Mapa.dgn (digitálně)
- 9.2 Mapa.pdf (digitálně i papírově)
- 9.3 Body.dgn (digitálně)
- 9.4 Atributy.xlsx (digitálně)